

学位論文の審査結果の要旨

電気二重層キャパシタ（EDLC）は、二次電池に比べて低エネルギー密度ではあるものの、急速充電、広い作動温度範囲、長寿命、安全性などで優れた特性を有し、今後の進展により更なる高容量化の可能性も秘めており、次世代のエネルギー貯蔵デバイスとして注目されている。本論文はかかるEDLCの欠点であるエネルギー密度向上を検討し、特に従来の活性炭に代わる新規材料としてメソ材料に着眼し、初めて多孔質金属をEDLC電極に応用した研究を行った。また、電解質に従来のTEA・BF₄/PCに代わり、溶媒和していないイオン液体を用いることによる更なる高容量化を検討した。

1. 新規電極材料の検討に関して

従来の活性炭は電解質イオンサイズに比べて小さなマイクロ孔主体で構成されているが、本研究では電解質イオンサイズよりも大きなメソ孔に着目し、電解質イオン径に最適な細孔を有する材料の構築を主眼にした。これにより開発した多孔質銅の単位面積当たりの静電容量は11.4 μ F/cm²で、多孔質ニッケルは10.2 μ F/cm²の高容量を示し、活性炭（3.6–6.6 μ F/cm²）に対して1.5~2.8倍の大きなアドバンテージを持つことを明らかにした。

2. 電解質にイオン液体を用いる検討に関して

多孔質金属材料の細孔はメソ孔のみから構成され、溶媒和した電解質イオン径以上の細孔を有するため、すべての細孔表面に電解質イオンが吸着され易い特長である。そこで、電解質に従来のTEA・BF₄/PCの代わりに溶媒和していないイオン液体を用いることで、静電容量を60%向上できることを見出した。すなわち、1の結果を含めて全体で活性炭比約5倍の高容量化を達成した。

本研究では、他に先駆けて新規な多孔質金属電極を用いてEDLCの大幅な特性向上を達成し、エネルギーデバイス分野の基礎科学と応用の両面での発展に大きく貢献するもので高く評価できる。以上を総合して、本論文を博士論文に十分に値するものと判定し「合格」とした。

公表主要論文名

・ Naoya Kobayashi, Takeaki Sakumoto, Shigeyuki Mori, Hiroki Ogata, Ki Chul Park, Kenji Takeuchi, Morinobu Endo: Investigation on capacitive behaviors of porous Ni electrodes in ionic liquids, *Electrochimica Acta*, Vol.105, pp. 455- 461 (2013).

・ Naoya Kobayashi, Hiroki Ogata, Ki Chul Park, Kenji Takeuchi, Morinobu Endo: Investigation on capacitive behaviors of porous Ni electrodes for electr

ic double layer capacitors, *Electrochimica Acta*, Vol.90, pp.408-415 (2013).

・ 小林直哉, 佐久本孟朗, 森重幸, 緒方裕樹, 朴基哲, 竹内健司, 遠藤守信: 新規多孔質金属材料を用いた高エネルギー密度EDLCの開発, *日本金属学会誌*, Vol.77, No.2, pp.51-54 (2013).